

Markus Johansson

ULKORAKENNUKSEN RAKENNUSLUPASUUNNITELMAT

Tekniikan koulutusohjelma

Talonrakennus

2011-2012

ULKORAKENNUKSEN RAKENNUSLUPASUUNNITELMAT

Johansson, Markus
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2011
Ohjaaja: Sandberg, Rauno
Sivumäärä: 34
Liitteitä: 9

Asiasanat: rakennuslupa, vastaavatyönjohtaja, työmaakokoukset, sähkö- ja lvi-vastaavat, katselmukset, urakkasopimus, materiaalihankinnat,

Opinnäytetyön aiheena oli ison ulkorakennuksen rakennuslupa- ja rakennepiirustusten tekeminen, sekä toiminta vastaavana työnjohtajana rakentamisen aikana. Rakennuspiirustussarja sisälsi seuraavat kuvat: asemapiirros, pohjakuva, julkisivukuvat, seinäleikkauksen, hormikuvat sekä rakennepiirustukset. Vastaavana työnjohtajana käsitti vastuun rakennuttamisesta työn kaikissa vaiheissa, sekä yhteydenpidon rakentajaan, työmaakokoukset ja katselmukset. Kokonaisuudessaan työ kulki vastaavan työnjohtajan hallinnassa. Kolmantena tehtävänä oli vertailla rakennepaksuuksien muutosta 2000-luvulla, koska rakenteiden lämmönläpäisykerroinvaatimukset muuttuivat kolmasti lyhyellä aikavälillä.

THE BUILDING PERMITS OF OUTBUILDING

Johansson, Markus

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

April 2011

Supervisor: Sandberg, Rauno

Number of pages: 34

Appendices: 9

Keywords: building permit, responsible foreman, site meetings, reviews, material purchases

The purpose of this thesis was to do the building permits and the construction drawings of a rather big outbuilding and to work as a responsible foreman during the building process. The construction plan consisted of the following pictures: general layout, floor plan, elevation, wall cut, funnel pictures and construction drawings.

The work as a responsible foreman included the responsibility of the building throughout the whole building process, the communication with the developer, site meetings and reviews. The process was fulfilled under the supervision of the responsible foreman. Together with the work as a responsible foreman the subject of this thesis was to compare the change in the thicknesses of structures in the 21st century, since the requirements of the thermal transmittance in structures changed three times during short period.

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	6
2	ALUSTAVA SUUNNITTELU.....	7
2.1	Alustava suunnittelukokous.....	7
2.2	Alustavan suunnitelman arviointi ja esittely.....	7
2.2.1	Kuusraineiden rakenneratkaisut.....	8
2.2.2	Projektin ajateltu aikataulu vastuuhenkilöt.....	8
2.2.3	Käynti Pyhäjärvisseudun rakennustoimistossa.....	8
2.3	Piirustukset.....	9
3	RAKENNESUUNNITTELU.....	9
3.1	Määritelmät.....	9
3.2	Perustus.....	10
3.3	Maanvarainen betonilaatta.....	10
3.4	Rakennekuva perustuksista ja routaeristyksestä.....	12
3.5	Maanvastaisen perustuksen routasuojus.....	13
3.6	Seinärakenteet.....	14
3.7	Seinärakenteen lämmönläpäisykertoimen laskenta.....	14
3.8	Julkisivut.....	16
3.9	Projektitalon yläpohjan rakenne ja vesikato.....	19
3.10	Yläpohjan rakennustyöt.....	20
3.10.1	Vesikatteen alusrakenne ja aluskate.....	20
3.10.2	Tiilikate.....	21
3.11	Ikkunat ja ovet.....	22
3.11.1	Ikkunat.....	22
3.11.2	Ovet.....	23
3.11.3	Oleellisimmat erot ovityyppien käyttöominaisuuksissa ovat:.....	24
3.11.4	Lämmöneristys.....	25
4	RAKENNEOSIEN VERTAILUA JA U-ARVON VAIKUTUSTA NIIHIN YHDESSÄ RAKENNEPAKSUUKSIEN KAUTTA SEKÄ KOSTEUDEN KULKU RAKENTEESSA.....	26
4.1	Lämmönläpäisykerroin.....	26
4.2	Vertailu vanhempiin määräyksiin ja ohjeisiin.....	26
4.2.1	U-arvojen vertailu vuodet 2003, 2007, 2010 ja tulevat arvot 2012.....	27
4.2.2	Puolilämpimät tilat kuten meidän projektissa.....	27
4.2.3	Pohjoisen alueen erityisolosuhteet.....	28
4.2.4	Uudet eristevaatimukset.....	28
4.3	Rakenteen kosteuden läpäisy ja kastepisteen määrittäminen.....	29

4.4	Paloluokitus	34
4.5	Kosteusongelmat.....	34
5	LOPPUYHTEENVETO.....	35
6	LÄHDELUETTELO	36

LIITTEET

Liite 1.	Kuusraineiden esitys varastorakennukseksi	37
Liite 2.	Asemapiirroksen tiedot.....	38
Liite 3.	Pohjakuva	40
Liite 4.	Julkisivut Luoteeseen ja Kaakkoon	41
Liite 5.	Julkisivut Koilliseen ja Lounaaseen	42
Liite 6.	Leikkaus A-A	43
Liite 7.	Perustus, alapohja ja seinä	44
Liite 8.	Yläpohjanleikkaus	45
Liite 9.	Savupiippu	46

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Kuusraineen laajennetun tontin raivaus helmikuu 2011	6
Kuva 2.	Anturaperustus ja harkkomuuraus.....	10
Kuva 3.	Kapilaarisen veden nousu katkaistaan hyvällä sepelikerroksella.....	11
Kuva 4.	Rakennuskohteen antura ja maanvarainen perustus/MJ.....	12
Kuva 5.	Projektin seinärakenne 290 mm	15
Kuva 6.	Julkisivun tekoa ja rakennetta (ei ole kyseinen rakennusprojekti).....	17
Kuva 7.	Kauneus ja ekologisuus heijastuu valmiista seinästä	18
Kuva 8.	Yläpohjan rakenne.....	19
Kuva 9.	Päärakennus on puuverhoiltu, josta saadaan ulkorakennuksen mallit.....	21
Kuva 10	Kuva osoittaa kosteuden kertymisen rakenteessa tässä tapauksessa.....	33

TAULUKOT

Taulukko 1.	Seinän U-arvon laskenta (Björkholtz, 2006)	14
Taulukko 2.	U-arvot	27
Taulukko 3.	U-arvot puolilämpimät tilat	27

1 JOHDANTO

Työmaan rakennuttajana toimii Jyrki Kuusrainen. Rakennuspaikka sijaitsee Kuusraineen omistamalla rakennuskaavatontilla, jonka osoite on Pääskyntie 1, 27800 Säkylä. Kyseisellä tontilla on valmistunut päärakennus vuonna 2006. Kyseiseen kiinteistöön on liitetty vapaana olevasta naapuritontista puolet. Lisääntyneelle määräalalle rakennetaan suurehko ulkorakennus.

Uuden rakennuksen kokonaispinta-ala on 223 m^2 , huoneistoala 136 m^2 ja tilavuus 663 m^3 . Uusi ulkorakennus on tarkoitettu osittaiseen virkistyskäyttöön, sekä toimimaan varastona ja autotalleina. Rakennus tehdään puolilämpimäksi vuoden 2011 rakennusmääräyksen mukaan. Rakennuksen autotallit, wc, kesähuone ja –keittiö ovat puolilämpimät. Muut tilat ovat kylmiä tiloja. Tonttiin lisätyn maapohjan raivaus on aloitettu helmikuussa 2011 (kuva 1).

Lämmönlähteenä käytetään sähkölämmitystä, takkaa ja ilmalämpöpumppua. Työn lähtökohtina olivat arkkitehtipiirrosten luominen ja kantavien rakenteiden suunnittelu Suomen rakentamismääräyskokoelman ja Eurocoden ohjeita noudattaen, sekä työpiirrosten laatiminen.



Kuva 1. Kuusraineen laajennetun tontin raivaus helmikuu 2011

2 ALUSTAVA SUUNNITTELU

2.1 Alustava suunnittelukokous

Alustava kokous pidettiin rakennuttaja Jyrki Kuusraineen luona Säkylässä 14.2.2011. Kokouksessa olivat läsnä Jyrki Kuusrainen, Markku Johansson, joka toimii rakennusprojektin pääsuunnittelijana, sekä minun henkilökohtaisena ohjaajana rakennusprojektin aikana.

Kokouksessa selvitettiin mahdollisuutta voisiko neljännen vuoden insinööriopiskelija Markus Johansson toimia rakennusprojektin piirustusten laatijana, sekä rakennustyömaan vastaavana työmaanjohtajana. Asia luvattiin selvittää Pyhäjärvisseudun ympäristötoimistosta.

2.2 Alustavan suunnitelman arviointi ja esittely

Jyrki Kuusraineella oli alustavia rakennuspiirustus pohjakuvia neljästä eri pohjaratkaisusta (liite 1). Kaikista pohjakuvista koottiin yhtenäiset tilat ja rakennusosat. Näin pystyttiin määrittelemään lopullinen tarve rakennusprojektille. Rakennuksen runkosyvyydeksi arvioitiin n. 8 m ja rakennuksen pituudeksi n. 18 m, sekä rakennus tulisi olemaan 1,5 kerroksinen. Suunnitelma sisälsi seuraavat kokonaisuudet:

- kahden autontalli, 50-55 m² (lämmin)
- lämmin varastohuone n. 15 m² (lämmin)
- kylmävarasto n. 12-15 m²
- kylmä puuvarasto
- kesähuone 20-25 m² (mahdollisuus muuttaa lämpimäksi)
- kesäkeittiö 30 m² missä oli takka (mahdollisuus muuttaa lämpimäksi)
- sisä vessa (lämmin)
- iso terassi
- terassin omainen tila polkupyörien säilytykseen

2.2.1 Kuusraineiden rakenneratkaisut

Perusajatuksena oli käyttää samoja rakenteellisia ja materiaalisia perusratkaisuja kuin 2006 rakennetussa päärakennuksessa oli. Näin päädyttiin tekemään tuleva lisärakennus samankaltaiseksi. Poikkeuksena oli vain uuden rakennuksen 1,5 kertaisuus.

- harkkoperustus soratäytteellä
- lattiarakenteena betonilaatta
- lämpöeristetty seinärakenne
- ulkovuori puulaudoitus, kuten päärakennuksessa (sinisen eri sävyt)
- tiilikate
- rakennus liitetään kunnan sähköverkkoon, kunnan vesi- ja viemäriverkkoon
- hulevedet ohjataan tievarsiojaan
- jätehuolto hoidetaan kuten päärakennuksen osalta ulkopuolisella yrityksellä

2.2.2 Projektin ajateltu aikataulu vastuuhenkilöt

Projekti on alkanut puuston raivauksella helmikuun alusta. Varsinainen rakennustyöt alkavat lumien ja roudan sulettua. Lupapiirustusten olisi olla valmiina helmimaaliskuun vaihteessa. Rakennuslupahakemus on toimitettava maaliskuun puoliväliin mennessä Pyhäjärvisuodun ympäristölautakunnalle. Suunnitelman perustaksi jätettiin mallipiirustus pohjasta ja kokouksesta muut sovitut asiat. Seuraava kokous pidetään heti, kun rakennuslupapiirustuspäpörit ovat valmiit. Lisäksi sovittiin Markus Johansson käy Pyhäjärvisuodun rakennustoimistossa keskustelemassa rakennustarkastajan kanssa Markus Johanssonin mahdollisuudesta olla rakennuslupa-asiakirjojen tekijä, sekä toimia rakennusprojektin vastaavana työmaanjohtajana.

2.2.3 Käynti Pyhäjärvisuodun rakennustoimistossa

Yhteydenotto 14.2.2011 Pyhäjärvisuodun rakennustoimistossa vastaavaan rakennustarkastajaan Mika Vainioon. Keskusteltiin Markus Johanssonin mahdollisuudesta toimia Kuusraineiden rakennusprojektin suunnittelijana piirustusten osalta ja vastaavana johtajana rakentamisen ajan. Samalla käytiin keskustelu, että kyseinen projekti

on myös hänen opinnäytetyönsä. Rakennustarkastaja varmisti Markus Johanssonin olevan Porin ammattikorkeakoulun rakennuspuolen neljännen vuosiluokan oppilas. Markus veloitettiin toimittamaan rakennustoimistoon opintotodistus. Kuusraineiden alustava suunnitelma käytiin yhdessä läpi ja siihen lisättiin energialaskelman teko kohteesta. Muuten suunnitelmassa noudatetaan Pyhäjärvisseudun rakennustoimiston määäämiä ehtoja. Lisäksi rakennustarkastaja ehdotti rakennuksen muuttamista yksikerroksiseksi, koska päärakennus on yksikerroksinen. Kyseinen vaihtoehto tuntui hyvältä ajatukselta.

2.3 Piirustukset

Rakennuksen piirtäminen ja sen tuloksen esittelyt rakennuttajalle tapahtui aikavälillä 5.2-24.2.2011. Rakennuslupapaperit jätettiin lupakäsittelyyn 3.3.2011 Pyhäjärvisseudun rakennustoimistoon. Lupaprosessin käsittely saatiin valmiiksi 5.4.2011.

Autotallista on laadittu Asemakuvapiirros, pohjakuvapiirros, rakenteen leikkauskuva, rakennedetaljit, julkisivupiirroksset ja työpiirroksset, jotka on esitetty liitteissä 2-9. Piirtämiseen käytettiin CADS Planner House Pro ohjelmaa.

3 RAKENNESUUNNITTELU

3.1 Määritelmät

Rakenteiden suunnittelussa käytettiin Puurakenteiden suunnittelu ohjetta. Koska tontti on metsäpohjainen ja on selvästi normaalin peltomaan yläpuolella ja kuuluu Säkylän kunnan kaavoittamaan alueeseen ja missä ei tarvita paalutusta, eikä muita erikoistoimenpiteitä, voidaan rakennus perustaa normaalille anturalle ja tehdä sille harkkoperustus. Perusmaa kaivetaan pois ja tilalle tuodaan hiekkamaassa kapilaarisen nousun katkaiseva sepelikerros eli tässä tapauksessa n. 400 mm. Tasaus suoritettiin koneellisesti (kuva 2 s.10)



Kuva 2. Anturaperustus ja harkkomuuraus

3.2 Perustus

Antura tehtiin 200 mm korkeaksi ja 600 mm leveäksi normaaliksi betonianturaksi hiekkaperäiselle maaperälle. Perusmuuri muurattiin kevytsoraharkkoista mitattuun sokkelikorkeuteen. Sisäpuolen massatäyttö tiivistetään koneellisesti ja sen päälle asennetaan alapohjan eristelevyt. Tulevan betonilattian alle asennetaan 200 mm lämmöneriste EPS 120 levystä Eristelevyjen ala tai yläpuolelle ei asenneta muovia koska levyt itsessään ovat hyvin tiiviit.

Perustus siirtää talon rakenteista aiheutuvat kuormitukset maapohjaan. Perustus ei saa routia eli perustuksen alla oleva maapohja ei saa jäättyä. Maapohjan pitää siis aina pysyä riittävän lämpimänä ($> 0\text{ C}$) koko rakennuksen perustuksen alla

3.3 Maanvarainen betonilaatta

Lattia valetaan eristelevyjen päälle. Alle on asennettu normaali teräsverkko ja valun paksuus on 80-100 mm. Verkko sitoo betonilattiaa ja estää sen halkeilua. Kyseessä on maanvarainen laatta ja se ei tarvitse muuta raudoitusta, kuin kyseisen laattaverkon Laatta on myös irti perusmuurista ja sille ei aiheudu mitään rasitteita muurirakenteel-

le. Valusuojana käytetään esim. suodatinkangasta, jolla estetään betonimassan tunkeutuminen eristelevyjen saumoihin.

Maanvarainen eristetty lattia on hyvin yleinen, edullinen ja tutkitusti toimiva alapohjarakenne. Oikein tehtynä se on hyvä pohja kaikille pintalattiavaihtoehdoille. Sen päälle voidaan asentaa yhtä hyvin lauta- tai parkettilattian, muovimaton tai klinkkerin.

Huolellinen eristyslevyjen asennus on lämpö- ja kosteusteknisesti tärkeää, sillä tiiviisti toisiaan vasten asennetut eristeet estävät mahdollisen kapillaarisen veden nousun betonilaattaan ja siitä edelleen lattiapinnoitteisiin (Kuva 3).

Riittäväällä lämmöneristyksellä saadaan energiahäviöt kuriin ja asumisviihtyvyys paranee, koska lattiasta poistuu kylmyys ja vetoisuus.

Eristepaksuuden lisääminen vaikuttaa myös rakennuskustannuksiin vain nimellisesti, mutta tuo ajan myötä huomattavia säästöjä lämmityskulujen alenemisen muodossa. Tässä Kuusraineen tapauksessa 200 mm eristettä on riittävä määrä, kun kyseessä on puolilämmin tila (kuva 4, s 12).



Kuva 3. Kapillaarisen veden nousu katkaistaan hyvällä sepelikerroksella

3.5 Maanvastaisen perustuksen routasuojus

Routasuojauksen tarkoitus on estää maan jäätyminen perustusten alla, jotta rakennus ei vaurioidu maan routimisen vuoksi. Perustamistapa ja perustamissyvyys, sekä rakennuspaikan olosuhteet vaikuttavat routaeristykseen mitoitukseseen hyvin merkittävästi. Lämpimien rakennusten matalaperustukset vaativat suojausta 1-1,5 metrin leveydelle sokkelin ulkopuolelle. Koska rakennuksen ulkonurkissa routa tunkeutuu syvemmälle kuin seinälinjoilla, eristepaksuutta lisätään 40 % vähintään 1,5-2 metrin etäisyydelle nurkasta. Routaeristykseen mitoituksessa tulee noudattaa Ympäristöministeriön määräyksiä ja talonrakennuksen routasuojausohjeita.

Poimintoja ohjeista:

- Ennen routaeristeiden asennusta on huolehdittava koko rakennuspohjan salaojituksesta. Perustukset ja salaojitus tulee tehdä siten, että pintavedet ohjataan aina rakennuksesta pois päin.
- Routaeristeet asennetaan tiivistetyn ja tasatun sorakerroksen päälle. Eristystä vasten tulevan maa-aineksen tulee olla routimatonta soraa, paksuus vähintään 200 mm.
- Routaeristelevyjen kallistukset tehdään viettämään rakennuksesta pois päin.
- Levyt asennetaan tiiviisti toisiaan ja perusmuuria (sokkelia) vasten.
- Kahta eristelevykerrosta käytettäessä saumakohdat limitetään. Levyjen väleihin ei saa jäädä rakoja, jotta routaeristykseen ei muodostu haitallisia kylmäsiltoja.
- Routaeristeiden päälle tulee noin 100 mm soraa tai hiekkaa, jonka päälle asennetaan noin 300 mm muuta täyttömaata (soraa, multaa tms.).
- Levyjen päälle ei ole tarpeen asentaa muovikalvoa, koska routalevyt ovat tiiviitä ja hyvin kosteutta ja vettä kestäviä.
- Kylmät rakenneosat vaativat yleensä enemmän routaeristystä kuin lämpimän tilan perustukset.
- Kun kyseessä on tavanomainen pientalorakenne ja perustus, oikea routaeristelaatu on esimerkiksi EPS 120 Routa.

3.6 Seinärakenteet

3.7 Seinärakenteen lämmönläpäisykertoimen laskenta

Taulukko 1. Seinän U-arvon laskenta (Björkholtz, 2006)

$$U = \frac{1}{R} \quad R = R_{si} + R_{se} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{d_4}{\lambda_4} + \frac{d_5}{\lambda_5} \dots + jne$$

$R =$ rakennusosan kokonaislämmönvastus

R_{si} ja $R_{se} =$ Rakennusosan sisä- ja ulkopintojen pintavastukset [$(m^2 \cdot K) / W$]

$d_1, d_2, d_3 \dots jne.$ Eri ainekerrosten paksuudet (metriä = m)

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots jne.$ Eri ainekerrosten lämmönjohtavuudet [$W / (m \cdot K)$]

Ulkoseinä	Mitat (m)	λ
Kipsilevy	0,013	0,210
Höyrysulku	0,0002	0,000
Mineraalivilla	0,15	0,045
Mineraalivilla	0,05	0,045
Kipsilevy	0,013	0,210

R_{si} 0,14

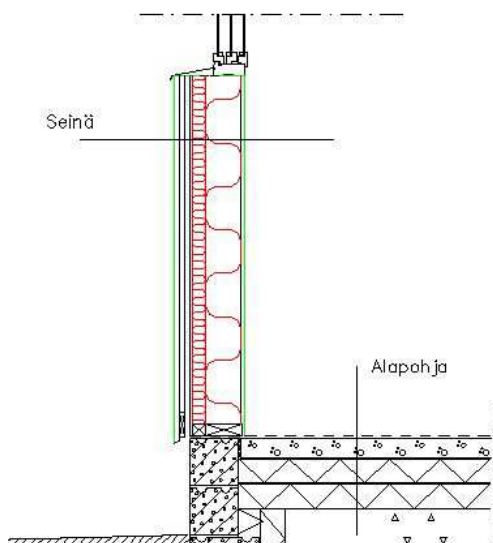
R_{se} 0,04

$$R = 0,14 + 0,04 + \frac{0,013}{0,21} + \frac{0,0002}{0} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,05}{0,045} + \frac{0,013}{0,21} = 4,747$$

$$U = \frac{1}{4,747} = 0,21$$

Vuoden 2010 alusta astuivat voimaan uudistetut lämmöneristysmääräykset, joilla vaatimuksia kiristettiin selvästi aiemmista ja siten, että tavoitteena on uudisrakennuksissa 40 prosenttia vähäisempi energian tarve verrattuna tätä edeltäneiden määrä-

ysten mukaisesti rakennettuihin taloihin. Sama koskee myös puolilämpimiä tiloja kuten tässä projektissa.



Kuva 5. Projektin seinärakenne 290 mm

Huomattavin osa pientaloista ja varsinkin yksittäisistä omakotitaloista, sekä paikalla toteutettavista, että elementtirakenteisista tehdään edelleenkin puurunkoisina. Sekä ulko- että väliseinät ovat nk. tolpparunkorakenteita. Vesikatto ja yläpohja kannatellaan tehdasvalmisteisilla puuristikoilla. Puutaloissa ovat myös välipohjat yleensä puurakenteiset, ellei kyseessä ole rinnetalo, jolloin kellarin katto on useimmiten kivi-rakenteinen.

Seinärakenteen tiedot: (Liite 7)

- Kipsilevy 13 mm
- Muovikalvo 0,2 mm
- Puurunko 50x 150 k600 + mineraalivilla 150 mm
- Vaakapuurunko 50x50 k600 + mineraalivilla 50 mm
- Kipsilevy 13 mm
- Tuuletettu ilmarako, pystykoolaus 22x50 k600 22 mm
- Tuuletettu ilmarako, vaakakoolaus 22x100 k600 22 mm
- Julkisivulauta 20 mm

Kokonaisuuspaksuus: 290 mm

Lämmönläpäisykerroin (U): $0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

3.8 Julkisivut

Lämmöneristysvaateiden kannalta julkisivun verhouksella ei ole suurta merkitystä. Rakennuksen runko ja käytetyt eristevahvuudet määräävät pääosin ulkoseinän lämmöneristyskyvyn. Tässä mielessä tiukentuvatkaan lämmöneristysmääräykset eivät suoranaisesti vaikuta julkisivun verhouksen valintaan. Julkisivuverhous ei tässä projektissa näyttele tärkeää osaa ja ei myöskään vaikuta ns. lämmönläpäisykertoimen arvoon.

Pääsuunnittelija vastaa viranomaismääräysten noudattamisesta rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Tätä ennen kohdetta koskevat määräykset voi selvittää omatoimisesti kunnan rakennusvalvontaviranomaisilta.

Julkisivun tulee talon ”takkinä” tarjota pitkäikäinen suoja sadetta, kylmyyttä, auringonpaahdetta ja häiritsevää ääntä vastaan. Useimmiten julkisivu on erillinen rakennuksen rungon päälle tehty, taustaltaan tuuletettu rakenne.

Julkisivun ja rakennuksen rungon välinen tuuletusrako tuulettaa sisäilmasta kulkeutuneen julkisivun läpäisseen kosteuden hallitusti ulkoilmaan. Tuuletusrako voidaan tarvittaessa kuristaa ala- ja yläpäästä liian ilmankierron estämiseksi. Toisaalta rakennusuunnittelussa on ilman kierto varmistettava koko matkalta julkisivun alareunasta yläreunaan saakka. Erilaisilla listoituksilla tms. materiaaleilla voidaan tämä vahingossa estää. Oikean suunnittelun lisäksi tältä osin on tärkeää valvoa myös itse rakentaminen.

Tässä projektissa oli selvää, että noudatetaan samaa linjaa, kuin mitä oli käytetty päärakennuksessa. Päärakennus on puuvuorinen Kastellitalo. Tässä ei siis paljon jäänyt suunnittelulle vaihtoehtoja, kuin suunnitella rakenneosat tuulettuvina ja muutoin rakenteet oikein tehtyinä.



Kuva 6. Julkisivun tekoa ja rakennetta (ei ole kyseinen rakennusprojekti)

Puujulkisivun kestävyys vaikuttavat silti monet tekijät. Oikein toteutettuna ja huollettuna puujulkisivu kestää rakennuksen käyttöiän. Tärkeimmät tekijät ovat oikea pintakäsittely, liiallisen säärasituksen estäminen ja riittävä verhouslautojen paksuus (kuva 6)

Erityisellä huolella tulee ulkoverhouksessa pintakäsittellä verhouslautojen alapinnat kuten pystyverhouksen alapää ja alimman vaakapaneelien alareuna. Näin vähennetään oleellisesti valuma- ja roiskeveden imeytymistä. Pintakäsittelyn tulee suojata puuainesta myös auringon ultraviolettisäteilyltä. Tämän takia puu tulee pintakäsittellä sateelta suojatuissakin paikoissa. Aurinkoisilla ilmansuunnilla suositeltu huoltoväli on kuullotteilla tyypillisesti n. 5 vuotta ja peittomaalauksella 10...15 vuotta. Tämä Kuusraineiden tontti on hyvin aurinkoisella paikalla ja monesti kovasti säiden armoilla

Matalaenergiatalon toteuttaminen puuverhouksella on vaivatonta. Seinän eristyskyky määräytyy alla olevan eristevahvuuden ja runkorakenteen mukaan. Täten puuverhousta voidaan käyttää kylmistä ulkovarastoista aina passiivienergiataloihin saakka.

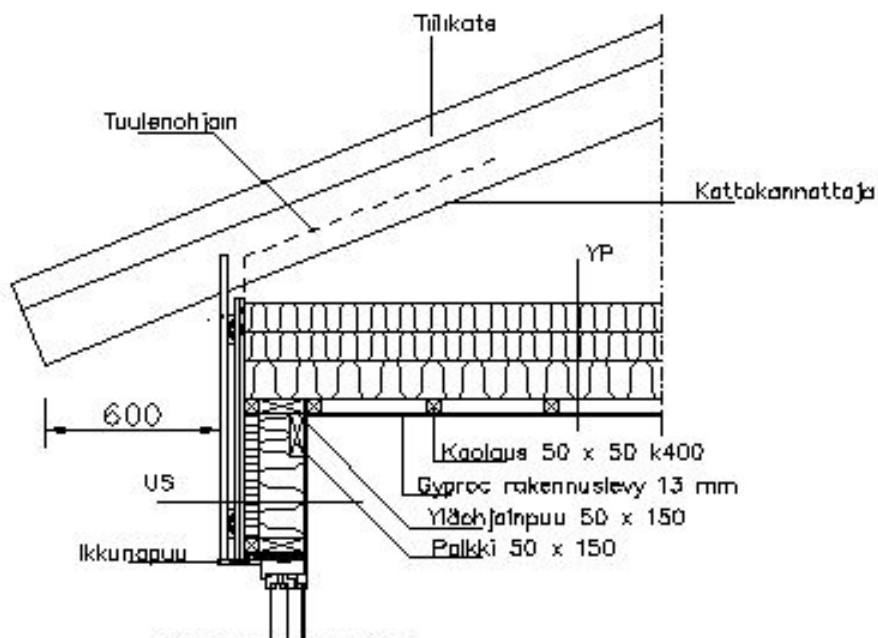
Lisäksi tänä päivänä on muistettava myös ekologiset asiat myös suunnittelussa.

Puujulkisivun ekologiset vahvuudet ovat pieni energiankulutus valmistusprosessin aikana, uusiutuva materiaali ja puuainekseen sitoutuvat hiiliyhdisteet (jotka muodostaisivat kasvihuonekaasuja ilmakehässä). Heikkouksina puolestaan ovat toistuva huollon tarve, hoidon laiminlyönnin takia vaarantuva käyttöikä ja huono kierrätettävyys käytöstä poistettaessa. Oikein toteutettuna ja huollettuna puujulkisivu on ehdottoman ekologinen valinta (kuva 7)



Kuva 7. Kauneus ja ekologisuus heijastuu valmiista seinästä

3.9 Projektitalon yläpohjan rakenne ja vesikato



Kuva 8. Yläpohjan rakenne

Yläpohja: (Liite 8)

- Kipsilevy 13 mm
- Ilmarako, vaakakoolaus 50x50 k400 50mm
- Muovikalvo 0,2 mm
- Puurunko 50x125 k900 + mineraalivilla 125 mm
- Mineraalivilla 100 mm
- Mineraalivilla 100 mm

Kokonaispaksuus: 388 mm

Lämmönläpäisykerroin (U): 0,13 W/(m²K)

3.10 Yläpohjan rakennustyöt

Ristikkorakenteisen yläpohjan rakentaminen on suhteellisen helppo tehtävä ja se so-
pii myös hartiapankkirakentajille. Ristikkorakenteinen yläpohja on myös helppo
lämpöeristää valmiin katteen alla, koska eristekerroksen ja vesikatteen välissä on
yleensä riittävästi työskentelytilaa

Kattorakenteiden suunnittelussa ja toteutuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota
katon kantavan rakenteen sitomisessa runkoon kiinni. Myrskyt irrottavat joskus huo-
nosti kiinnitettyjä kattoja myös Suomessa. Kiinnityksen suunnittelu kuuluu rakenne-
suunnittelijan vastuualueeseen.

3.10.1 Vesikatteen alusrakenne ja aluskate

Katon kantavan rakenteen ja varsinaisen vesikatteen väliin asennetaan aluskate, jos
valittu katevaihtoehto edellyttää sen käyttöä. Yläpohjan lämmöneristyksen ja aluskat-
teen väliin jätetään vähintään 100 mm korkea tuuletusrako, joka yhdistetään suoraan
ulkoilmaan sekä räystäällä, että harjalla (tai päädyssä). Aluskate muodostuu yleensä
monesta muovi- ja kartonkikerroksesta, joiden vaikutuksesta aluskate on vettä pitävä
ja kosteutta tasaava.

Aluskatteella on kaksi tärkeää tehtävää:

- Ensinnäkin aluskate poistaa vesikatteen saumoista ja vuotokohdista valuvan
veden rakennuksen ulkopuolelle räystäään kautta.
- Toinen tehtävä on yläpohjan läpi sisätiloista tulevan vesihöyryn pyydystämi-
nen.

Aluskatteen alapinta imee itseensä ilmassa olevaa kosteutta. Jos ilmassa oleva vesi-
höyry tästä huolimatta pääsee kosketuksiin vesikatteen alapinnan kanssa, se saattaa
tiivistyä pisaroiksi, jotka putoavat aluskatteen päälle ja valuvat pois. Aluskatteen
käytöllä saadaan etua myös työn aikana, koska katosta saadaan vedenpitävä aluskat-
teen asennuksella, minkä jälkeen vesikate voidaan kaikessa rauhassa tehdä valmiiksi.

Tiilikatteen alla aluskate kiinnitetään yleensä rimoilla, jotka naulataan aluskatteen
päälle ristikon yläpaarteeseen tai kattopalkkiin. Rimojen päälle kiinnitetään vesikat-
teen alusrakenne, joka tehdään tavallisesti sahatavarasta.

Jos oli peltikate kyseessä, niin kiinnitykseen käytetään huopakattonauloja ja aluskatteen päälle asennetaan vesikatteen alusrakenne samoin kuten tiilikatteella. Profiloitujen levykatteiden alusrakenteena käytetään ruodelaudoitusta. Tiheää tai umpilaudoitusta käytetään sileiden levykatteiden ja huopakatteiden alustana. Mitä pienempi on katemateriaalin kantavuus sitä yhtenäisempi on alusrakenteen oltava.

3.10.2 Tiilikate

Koska päärakennuksessa on tiilikate niin se tulee myös ”kesätalon” katteeksi. Tiilestä valmistettu kate on kaunis ja kestävä. Jotkut valmistajat antavat katemateriaalille jopa 30 vuoden takuun! Saatavana on erilaisia kattotiilityyppejä ja värejä, joista voi valita talon ulkonäköön sopivimman. Suurin osa suomalaisista tiilikatoista tehdään betonikattotiilistä. Tiilikate soveltuu tavallisimmille kattokaltevuuksille, mutta koska itse tiilikate ei ole vesitiivis, tiilikatteen alla käytetään aina aluskatetta. Aluskatteen päälle naulataan korotusrimat katteen tuuletuksen varmistamiseksi ja tämän jälkeen naulataan ruoteet noin 320-375 mm:n välein tiilityypin ja lappeen mittojen mukaan. Ruoteiden päälle ladotaan lopuksi kattotiilet alhaalta ylöspäin ja katto on valmis.



Kuva 9. Päärakennus on puuverhoiltu, josta saadaan ulkorakennuksen mallit

3.11 Ikkunat ja ovet

Rakennuksen maantieteellinen sijainti vaikuttaa merkittävästi sen lämmitysenergiatarpeeseen. Rakennuksen lämmitystarve ja myös ikkunoiden keskimääräinen lämpöhäviö kasvaa noin 10 %, kun siirrytään Helsingistä Jyväskylään. Vastaava kasvu on noin 30 % välillä Helsinki - Sodankylä. Rakennuksen sijainti vaikuttaa myös siihen miten ikkunat likaantuvat ja millaisia melurasitteita niiden on kestettävä. Ikkunoiden murtoturvallisuus on otettava huomioon erityisesti ulko- ja parvekeovien läheisyydessä.

Ilmansuunnittain tarkasteltuna rakennuksen etelä- ja länsipuolen ikkunoilla voidaan hyödyntää auringon säteilyenergiaa lämmityksessä, mutta niiden ulkopuoliset pinnat joutuvat niin ikään kovimmalle auringon ja kosteuden rasitukselle. Tässä on selvä yhtäläisyys edellä mainitun ulkovuorilaudoituksen kanssa

Suomen ilmasto asettaa erityisiä vaatimuksia ikkunan pitkäaikaiskestävyydelle ja huollolle. Rakennuskannastamme löytyy esimerkkejä 1980-luvun puolivälin jälkeen tehdyistä ikkunoista, jotka ovat perusteellisen kunnostuksen tai vaihdon edessä. Vastaavasti on esimerkkejä 1930-luvulta kunnossa olevista, moitteettomasti toimivista ikkunoista. Korkealaatuiset materiaalit ja laadukas työn jälki tulee esille ajan myötä. Tämä koskee luonnollisesti myös tehtäviä huoltotoimenpiteitä.

3.11.1 Ikkunat

Vakioikkunat

Asuinrakennuksissa yleisimmin käytetty ikkuna on puurakenteinen, suorakaiteen muotoinen, kolmilasinen ja avautuu sisäänpäin. Myös kiinteitä ikkunoita käytetään jonkin verran

Ikkunan avautuvuus ja puitteiden määrä vaikuttavat mm. ikkunan puhdistettavuuteen, sälekaihtimen asennukseen ja sen toimivuuteen. Sälekaihdin toimii auringon säteilyn suojana paremmin ja pölyttyy vähemmän lasiväliin sijoitettuna kuin ikkunan sisäpuolelle asennettuna. Valitsemalla vaaleanväriset sälekaihtimet voi vähentää ikkunalasien lämpörasituksia aurinkoisella säällä.

Materiaalivaihtoehtoja

Suorakulmaisten ikkunoiden lisäksi on markkinoilla myös vinokulmaisia, kaarevia ja pyöreitä ikkunoita. Myös ikkunamateriaalien valikoima on varsin laaja. Ikkunan ulko-osissa alumiini on korvaamassa säännöllistä huoltoa tarvitsevat puuosat

Ikkunamateriaaleista on yleisin puun ja alumiinin yhdistelmä, jossa puuikkunan ulkopuoliset osat ovat säänkestävää alumiinia. Puun ja alumiinin liitoskohdissa on huomioitava rakenteen riittävä tuulettuminen mahdollisten kosteusvaurioiden välttämiseksi.

Uutta lasitekniikkaa

Ikkunan lämmöneristävyyttä voidaan parantaa uusien lasimateriaalien avulla. Selektiivilasi vähentää ikkunan lämpöhäviöitä huomattavasti. Selektiivilasi läpäisee auringon säteilyenergian, mutta vähentää oleellisesti ulospääsevää rakennuksen sisällä olevaa lämpöä. Selektiivilasien käyttö ikkunan kolmantena lasina onkin lisääntynyt huomattavasti.

3.11.2 Ovet

3.11.2.1 Autotallinoven valintatekijät

Suomen markkinoilta löytyy varsin laaja valikoima erityyppisiä kotimaisia ja maa-hantuotuja autotallinovia. Laaja valikoima mahdollistaa tarpeiden ja toiveiden pohjalta tehtävän ovivalinnan.

Autotallinoven valinnassa kannattaa arvioida ainakin seuraavat tekijät:

- autotallin lämpötila; kylmä, puolilämmin vai huonelämpöinen
- käyttötarkoitus ja käyttäjät; säilytetäänkö samassa tilassa esim. polkupyöriä ja onko käyttäjien osalta varauduttava lapsiin, vanhuksiin tai vammaisiin
- säilytettävien ajoneuvojen koko
- automatiikan tarve
- rakennuksen ulkoasuun sopivuus.

3.11.2.2 Ovityypin valinta

Autotallinovat jaetaan nosto-, taitto-, kippi- ja parioviin. Nosto-ovissa ovilehti koostuu päällekkäin olevista ovilamelleista, jotka avattaessa liukuvat kiskoja pitkin autotallin kattoon. Taitto-ovissa ovilevy on jaettu kahteen päällekkäin saranoituun osaan, jotka limittyvät oven yläosaan avattaessa. Kippiovesta ovilehti on yksiosainen levy, joka avattaessa taittuu vaaka-asentoon ja nousee samalla oven yläreunan tasalle. Pariovet aukeavat oven kummallekin sivulle ulospäin. Pariovi voi olla joko kehysrakenteinen tai puristamalla liimattu ovi.

3.11.3 Oleelliset erot ovityyppien käyttöominaisuuksissa ovat:

- Pariovi vaatii oven ulkopuolelle reilun metrin vapaata tilaa avautuakseen. Lumisateen sattuessa tämä edellyttää lumitöiden tekoa kattamattoman oven edustalta. Kehysrakenteisissa pari-ovissa saattaa esiintyä myös taipumusta ovilevyn roikkumiseen, mikä haittaa oven käyntiä ja heikentää tiiveyttä.
- Taitto-ovi varaa tilaa n metrin sekä oven sisä- että ulkopuolelta avautuessaan. Lisäksi ovi madaltaa oviaukkoa ovilevyn jäädessä yläreunasta aukkoon.
- Kippiovi on yhtenäisenä levynä muita ovityyppejä mittavampi käsiteltävä. Se vaatii myös n. metrin tilaa oven ulkopuolelta ja samoin sisäpuolella oven yläosassa.
- Nosto-ovi edellyttää kattoon kiinnitettävän kiskotuksen asentamista autotallin kattoon. Myös kippiovi madaltaa oviaukkoa.

Lasten kannalta yksinkertaisin ovimalli on pariovi, joka on käytettävissä samalta korkeudelta koko oven toiminnan ajan. Muissa ovityypeissä käytetään esimerkiksi erillistä narua, josta vetämällä lapsikin saa oven suljettua. Kippi- ja taitto-ovilla liiketila on melko suuri ja tottumattomalle ovilevy saattaa aiheuttaa yllätyksiä. Nosto-ovi toimii tässä suhteessa helpoimmin. Osassa ovityyppejä voi jättää oven osittain auki olevaan asentoon ilman sulkeutumisvaaraa.

Murtosuojausten kannalta oleellisia tekijöitä ovat kehyksen ja ovilehden lujuus, lukituskohtien lukumäärä ja lukkoratkaisu.

3.11.4 Lämmöneristys

Autotallin sisälämpötila ratkaisee tarvittavan lämmöneristystason. Kylmän tallin osalta riittää luonnollisesti eristämätön ovi, puolilämpimään tilaan eristetyt ovet soveltuvat hyvin. Mikäli autotalli on tarkoitus pitää lähellä huoneenlämpöä kannattaa tuotteita verrata. Kylmän oven osalta kannattaa varmistaa mahdollisuuden jälkieristää ovi.

Helpoin vertailukohta on tuotteiden eristevahvuus ja U-arvo. Tämän lisäksi kannattaa kuitenkin tutkia ilmoitettua vahvuutta ohuempien rakenteiden määrä ja vahvuus. Esimerkiksi kapeammasta lamellireunakohdasta johtuu helposti enemmän lämpöä ulos kuin lamellin keskiosasta. Tässä mielessä yksi- ja kaksiosaiset ovet ovat teknisesti paremmassa asemassa. Usealla valmistajalla on myynnissä sekä paksumpaa että ohuempaa ovimallia. Vahvemmallalla eristevahvuudella on selkeästi isompi osuus jo nyt.

Tiiviiden kannalta puristuvat tiivisteet ovat laahus- ja liukutiivisteitä huomattavasti parempia. Taitto- ja kippioivissa haasteellinen tiivistyskohta on ovilevyn kääntymisakseli, jossa tiivistyssuunta vaihtuu. Tiivisteiden kestävyys kannalta rasituksen alainen liike kuluttaa tiivistyskykyä nopeimmin.

Ovirakenteen lisäksi oven asennustapa vaikuttaa lämmönhukkaan. Edullisin tulos saadaan asennettaessa ovi samaan tasoon muun seinärakenteen eristysosan kanssa. Näin vältetään kylmäsiltojen muodostuminen. Asennettaessa ovi aukon sisäpuolelle näin ei useinkaan voida menetellä. Asiasta kannattaa keskustella rakennesuunnittelijan ja ovivalmistajan kanssa.

4 RAKENNEOSIEN VERTAILUA JA U-ARVON VAIKUTUSTA NIIHIN YHDESSÄ RAKENNEPAKSUUKSIEN KAUTTA SEKÄ KOSTEUDEN KULKU RAKENTEESSA

4.1 Lämmönläpäisykerroin

Rakennuksen vaipan osien (ulkoseinät, yläpohja, alapohja) lämmönläpäisykerroin ilmoitetaan U-arvona (aiemmin tunnettu K -arvona), jonka laatu on W/m^2K . Arvoille on asetettu rakentamismääräyksissä enimmäisarvot.

Rakentamissäännöksiä ja niiden kehitystä voi seurata Ympäristöministeriön sivuilta. Sieltä löytää runsaasti tietoa, jonka avulla on ennakoitavissa myös tulevia rakentamisen kehitysnäkymiä ja ajan trendejä valtakunnan tasolla.

Uusitut lämmöneristysvaatimukset löytyvät (Ympäristöministeriö, 2008) Suomen rakentamismääräyskokoelman osista RakMK C3 Lämmöneristys, määräykset (2010) (Ympäristöministeriö, 2010) ja RakMK C4 Lämmöneristys, ohjeet (2003) (Ympäristöministeriö, 2003).

Määräyksissä esitetään vaipan rakenteiden suurimmat sallitut vertailuarvot. Niitä pidetään käytännössä sallittuina lämmönläpäisylukujen enimmäisarvoina, joista kuitenkin voidaan määräysten rajoissa poiketa. Rajoitusten avulla rajoitetaan rakennuksen lämmityksen lämpöenergiatarvetta

Ohjeissa (C4) esitetään kokoelma hyväksyttäviä tapoja esimerkiksi laskentakaavojen avulla määrittää rakenteiden lämmönläpäisykertoimia. C4 esittää nk. kansallisen laskentatavan, joka poikkeaa hieman nk. euronormien (EN) tavasta.

Tällä hetkellä molemmat laskutavat ovat hyväksyttäviä. Lämmönläpäisyluku voidaan määrittää myös laboratoriossa mittaamalla. Materiaalivalmistajien nettisivuilta Tässä minun opinnäytetyössäni laskennan tein piirustusohjelmani CADS: n avulla.

4.2 Vertailu vanhempiin määräyksiin ja ohjeisiin

Alla on esitetty edelliset (vuosien 2003, 2008, 2010 ja 2012) ja nykyiset lämpimän vaipan ulkoilmaan rajoittuvien rakennusosien lämmönläpäisykertoimien (U-arvo) enimmäisarvot eli vertailuarvot (W/m^2K):

4.2.1 U-arvojen vertailu vuodet 2003, 2007, 2010 ja tulevat arvot 2012

Lämmin Rakennus

Taulukko 2. U-arvot

RAKENNUSOSA	U- 2003	U- 2007	U- 2010	U- 2012
Seinä	0,25	0,24	0,17	0,17
Maata vasten alapoh-	0,25	0,24	0,16	0,16
Yläpohja	0,16	0,15	0,09	0,09
Ikkuna ja ovi	1,4	1,4	1,0	1,0
Kattoikkuna	1,5	1,5	1,0	1,0

Puolilämmin rakennus

Taulukko 3. U-arvot puolilämpimät tilat

RAKENNUSOSA	KOHDE	U- 2007	U- 2010	U- 2012
Seinä	0,23	0,38	0,26	0,26
Maata vasten ala-	0,18	0,34	0,24	0,24
Yläpohja	0,13	0,28	0,14	0,14
Ikkuna ja ovi	1,0	1,8	1,4	1,4
Kattoikkuna		1,8	1,4	1,4

Esimerkki taulukon luettavuudesta Lämmönläpäisykerroin on $U = W/(m^2K)$

4.2.2 Puolilämpimät tilat kuten meidän projektissa

Puolilämpimiä tiloja rajaavien rakenteiden vaaditut lukuarvojen ylärajat ovat edellä esitettyjä suuremmat. Määräykset koskevat vakituksia asuntoja sekä vapaa-ajan asuntoja, jotka ovat kaupallisessa käytössä lämmityskautena.

Taulukosta voidaan havaita, miten vaatimukset ovat kiristyneet voimakkaimmin juuri vuoden 2010 määräyksissä. Lähivuosina (2012–2015) odotetaan vaatimusten kiristy-

vän kansainvälisesti siten, että jatkossa rakennettaisiin vain nk. passiivitaloja, joissa ei esimerkiksi olisi perinteistä lämmitysjärjestelmää.

Passiivitalon määrittelyssä kriteerit ovat rakennuksen tilojen lämmitysenergiatarve ja kokonaisprimäärienergiatarve sekä ilmastuotoluku. Tilojen lämmitysenergiatarpeen enimmäismäärä on kansainvälisen määritelmän mukaan 15 kWh/(m²a).

4.2.3 Pohjoisen alueen erityisolosuhteet

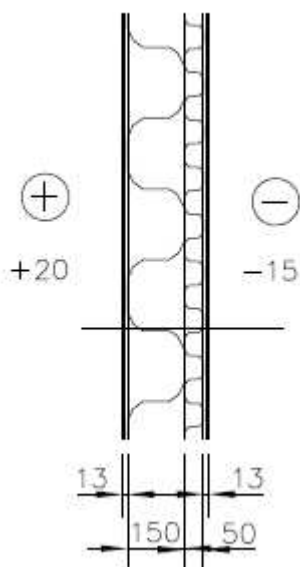
Pohjoisen olosuhteissa tällainen vaatimus olisi kohtuuton, joten mm suomalaisen passiivitalon vastaava energiatarpeen maksimi on suurempi. Lisäksi se on maan eri osille erilainen: etelässä (etelärannikko) 20, keskiosassa 25 ja pohjoisessa 30 kWh/(m²a). Kansainvälinen lukema määrittellään tilojen nettopinta-alaa kohden ja meillä bruttoalan mukaan.

4.2.4 Uudet eristevaatimukset

Uudet eristävyysvaatimukset (2010) tarkoittavat karkeasti mm. sitä, että ulkoseinässä edellisten määräysten edellyttämän noin 200 mm mineraalivillaeristysten paksuus kasvaa noin 250 mm:iin riippuen rakenteista ja eristemateriaalin lämmönjohtavuudesta. Yläpohjaan tarvitaan mineraalivillaa vähintään noin 400 mm

Kuusraineiden tulevassa ulkorakennuksessa käytämme normaalia perinteistä runkorakennetta. Kantavana osana toimii 50 x 150 mm:n tolpat ja alaohjauspuu on samaa tavaraa. Yläohjauspuu on myös 50 x 150 ja sen alla kulkee pitkien sivujen suunnassa 50 x 150 palkki läpi koko rakennuksen pituuden (kuva 8 s.19).

4.3 Rakenteen kosteuden läpäisy ja kastepisteen määrittäminen



$$\lambda_{\text{villa}} = 0,045 \text{ W/mK}$$

$$\lambda_{\text{kipsi}} = 0,21 \text{ W/mK}$$

$$d_{\text{villa1}} = 150 \text{ mm} = 0,15 \text{ m}$$

$$d_{\text{villa2}} = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$$

$$d_{\text{kipsi1}} = 13 \text{ mm} = 0,013 \text{ m}$$

$$d_{\text{kipsi2}} = 13 \text{ mm} = 0,013 \text{ m}$$

$$R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{kipsi1}} = \frac{d_{\text{kipsi1}}}{\lambda_{\text{kipsi}}} = \frac{0,013 \text{ m}}{0,21 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} = 0,062 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

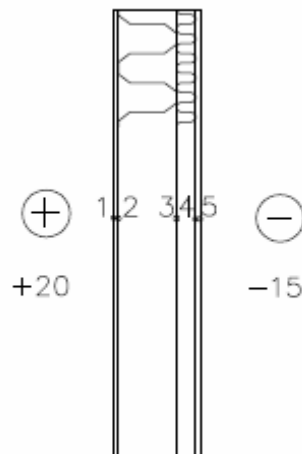
$$R_{\text{villa1}} = \frac{d_{\text{villa1}}}{\lambda_{\text{villa}}} = \frac{0,15 \text{ m}}{0,045 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} = 3,33 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{villa2}} = \frac{d_{\text{villa2}}}{\lambda_{\text{villa}}} = \frac{0,05 \text{ m}}{0,045 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} = 1,11 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{kipsi2}} = \frac{d_{\text{kipsi2}}}{\lambda_{\text{kipsi}}} = \frac{0,013 \text{ m}}{0,21 \frac{\text{W}}{\text{mK}}} = 0,062 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{\text{tot}} = R_{\text{si}} + R_{\text{se}} + R_{\text{kipsi1}} + R_{\text{villa1}} + R_{\text{villa2}} + R_{\text{kipsi2}} = 4,734 \text{ m}^2\text{K/W}$$



$$t_i = t_s - \frac{\sum_{x=0}^i R_x}{R_{tot}} * (t_s - t_u)$$

$$t_1 = +20^{\circ}\text{C} - \frac{R_{si}}{R_{tot}} * (20^{\circ}\text{C} - (-15)^{\circ}\text{C}) = 19^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = +20^{\circ}\text{C} - \frac{R_{si} + R_{kipsi1}}{R_{tot}} * (20^{\circ}\text{C} - (-15)^{\circ}\text{C}) = 18,6^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = +20^{\circ}\text{C} - \frac{R_{si} + R_{kipsi1} + R_{villa1}}{R_{tot}} * (20^{\circ}\text{C} - (-15)^{\circ}\text{C}) = -6^{\circ}\text{C}$$

$$t_4 = +20^{\circ}\text{C} - \frac{R_{si} + R_{kipsi1} + R_{villa1} + R_{villa2}}{R_{tot}} * (20^{\circ}\text{C} - (-15)^{\circ}\text{C}) = -14,2^{\circ}\text{C}$$

$$t_5 = +20^{\circ}\text{C} - \frac{R_{si} + R_{kipsi1} + R_{villa1} + R_{villa2} + R_{kipsi2}}{R_{tot}} * (20^{\circ}\text{C} - (-15)^{\circ}\text{C})$$

$$= -14,7^{\circ}\text{C}$$

t [°C]	V _k [kg/m ³]	P _k [Pa]
+20	17,28	0,01728 * 461,4 * (273+20) = 2336 Pa
+19	16,30	0,01630 * 461,4 * (273+19) = 2196 Pa
+18,6	15,92	0,01592 * 461,4 * (273+18,6) = 2142 Pa
-6	2,99	0,00299 * 461,4 * (273-6) = 368 Pa
-14,2	1,49	0,00149 * 461,4 * (273-14,2) = 178 Pa
-14,7	1,43	0,00143 * 461,4 * (273-14,7) = 170 Pa
-15	1,39	0,00139 * 461,4 * (273-15) = 165 Pa

P_k= kyllästyspaine

V_k= kyllästyskosteus

t= lämpötila

$$Z_{kipsi1} = \frac{13 \text{ mm}}{13 \text{ mm}} * (0,5 * 10^9) m^2 sPa/kg = 0,5 * 10^9 m^2 sPa/kg$$

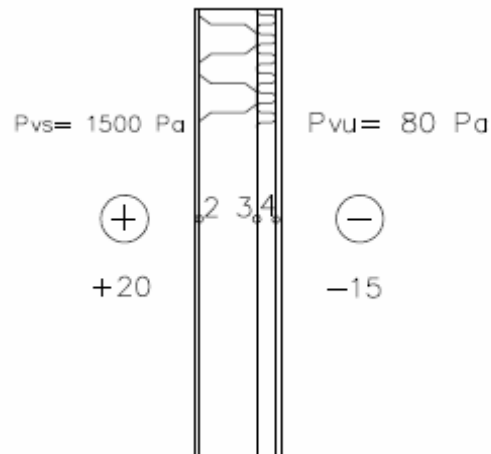
$$Z_{villa1} = \frac{150 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} * (0,5 * 10^9) m^2 sPa/kg = 0,75 * 10^9 m^2 sPa/kg$$

$$Z_{villa2} = \frac{50 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} * (0,5 * 10^9) m^2 sPa/kg = 0,25 * 10^9 m^2 sPa/kg$$

$$Z_{kipsi2} = \frac{13 \text{ mm}}{13 \text{ mm}} * (0,5 * 10^9) m^2 sPa/kg = 0,5 * 10^9 m^2 sPa/kg$$

$$Z_{tot} = Z_{kipsi1} + Z_{villa1} + Z_{villa2} + Z_{kipsi2} = 2 * 10^9 m^2 sPa/kg$$

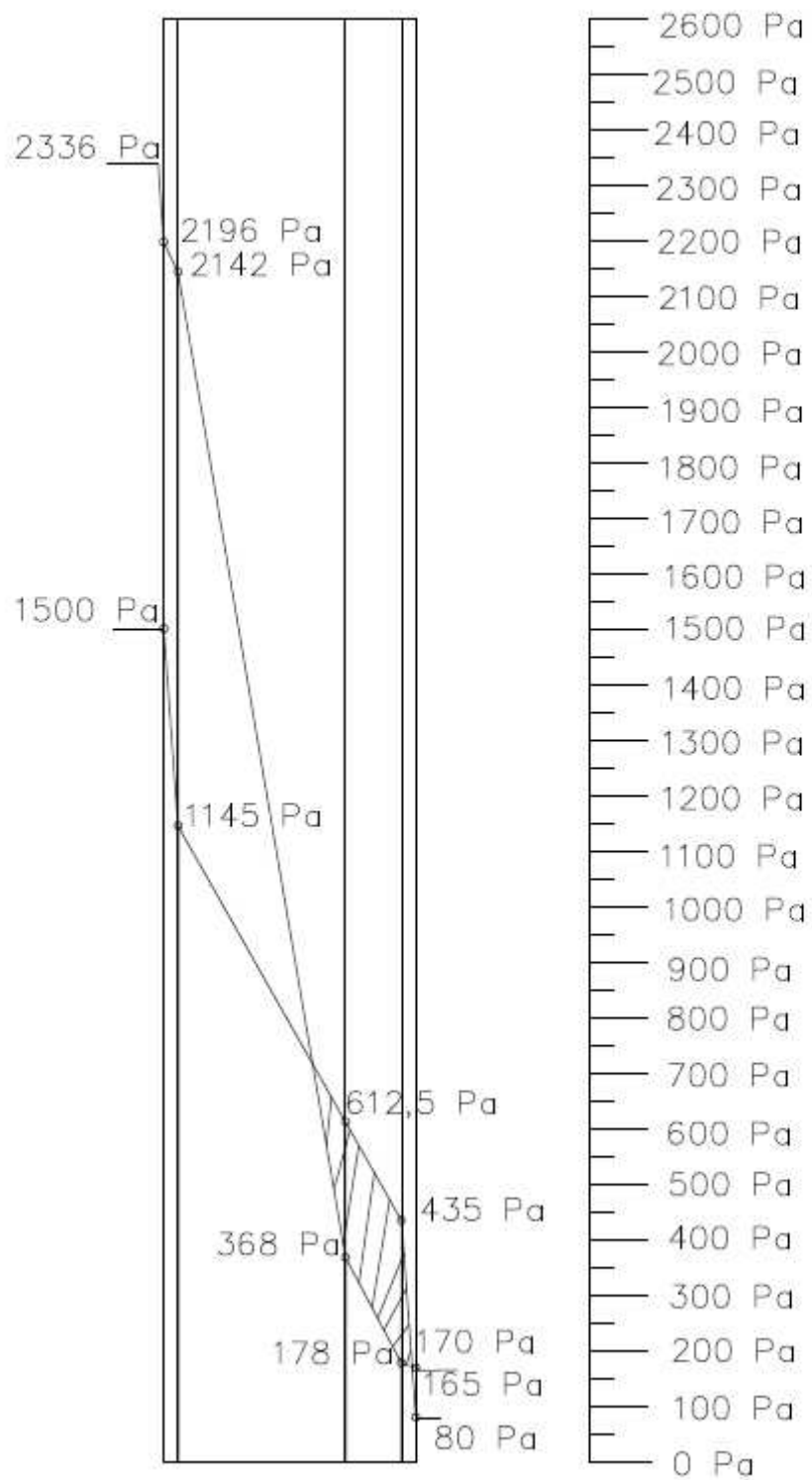
$$P_{vt} = P_{vs} = \frac{\sum_{i=1}^i Z_i}{Z_{tot}} * (P_{vs} - P_{vu})$$



$$P_{v2} = \frac{Z_{kipsi1}}{Z_{tot}} * (1500Pa - 80Pa) = 1145 \text{ Pa}$$

$$P_{v2} = \frac{Z_{kipsi1} + Z_{villa1}}{Z_{tot}} * (1500Pa - 80Pa) = 613 \text{ Pa}$$

$$P_{v2} = \frac{Z_{kipsi1} + Z_{villa1} + Z_{villa2}}{Z_{tot}} * (1500Pa - 80Pa) = 435 \text{ Pa}$$



Kuva 10 Kuva osoittaa kosteuden kertymisen rakenteessa tässä tapauksessa

4.4 Paloluokitus

Rakennukset kuuluvat kukin johonkin kolmesta paloluokasta P1, P2 tai P3. Pientalot kuuluvat lähes poikkeuksetta vaatimattomimpaan eli P3- luokkaan. Kantaville rakenteille ei aseteta erityisiä palonkestovaatimuksia. Rakennus saa olla enintään 2- kerroksinen (poikkeuksena asuin- ja toimistorakennukset, joita voidaan rakentaa nykyisin tietyin edellytyksin aina 4- kerroksisiksi asti).

Erillisiksi palo-osastoiksi muodostetaan autotalli ja kattilahuone. Osastoivan rakenteen tulee täyttää palonkestoluokan EI30 vaatimukset. Se tarkoittaa, että rakennusosan (esimerkiksi osastoivan seinän) tulee täyttää tiiveyden (E) ja eristävyys (I) suhteen puolen tunnin (30 min) palonkestovaatimus. Puurunkoseinässä tämä vaatimus täyttyy esimerkiksi kahdella 13 mm kipsikartonkilevyllä (molemmat erikseen 15 min) taikka normaalilla mineraalivillaeristeisellä tolpparunkoseinällä.

Edellä mainituissa tiloissa katot ja seinät verhotaan palonsuojaverhouslevyllä (esimerkiksi 13 mm kipsikartonkilevyllä). Lisäksi lattiat tulee tehdä palamattomista tarvikkeista (betoni).

Vähintään 4 metrin etäisyydellä muusta rakennuksesta olevalle, alle 60 m²:n laajuiselle autotallille ei aseteta erityisiä vaatimuksia seinä- ja kattorakenteiden suhteen.

Rakennuksiin ei saa käyttää tarvikkeita, jotka palavat ilman ilmasta saatavaa happea, tuottavat palaessaan myrkyllisiä kaasuja, taikka palotilanteessa sulavat, pisaroivat tai putoavat vaaraa aiheuttavalla tavalla.

Lopuksi vielä eräs palotekninen käsite eli avointa rakentamistapa: jos rakennus on vähintään 8 metrin etäisyydellä toisista rakennuksista, ei ulkoseinä -, ikkuna- ja kattorakenteille aseteta erityisiä paloteknisiä vaatimuksia.

4.5 Kosteusongelmat

Julkisuudessa on kiinnitetty huomiota rakennusten kosteusongelmiin ja niitä säätelevään, uusittuihin rakentamismääräyksiin ((Ympäristöministeriö, 1999) Suomen rakentamismääräyskokoelman osa RakMK C2 Kosteus, määräykset ja ohjeet, 1999). Määräyksiin ja ohjeisiin on kirjattu viimeisin tietämys ja tämänhetkiset käsitykset rakennusten kosteuskysymyksistä.

5 LOPPUYHTEENVETO

Koko projekti ei edennyt aivan suunnitellun aikataulun mukaisesti, koska rakennuttaja työesteiden vuoksi siirsi varsinaisen rakennuksen rungon tekemisen keväälle 2012. Alkuperäisen suunnitelman mukaan rakennuksen runko olisi ollut valmis loppuvuodesta 2011 ja koko projekti kesällä 2012.

Kokonaisuus piti kuitenkin sisällään rakennuksen suunnittelun ja rakennuspiirustusten laatimisen, sekä erilaisten lupien hakemisen ja hyväksyttämiset. Lisäksi kokonaissuuteen kuului suunnittelu ja esittelykokonaisuuksia. Mielestäni olen onnistunut toimivan projektin luomisessa ja toiminnassa. Tiimitoiminnassa olen toiminut johtavana hahmona ja edesauttanut rakennusprojektimme eteenpäin viemistä. Tiimitoiminta tulee jatkumaan taas ensi keväänä ja minulla edelleen säilyy vastuu rakennusprojektin läpiviemisestä.

Kokonaisuus on antanut minulle varmuuden omista kyvyistäni ja selvän näkemyksen projektin läpiviemisestä.

Tehtävään kuului myös vertailla rakennepaksuuksien muutoksia 2000 luvun aikana, sekä u-arvojen muutoksia eri rakenteiden osalta. Niitä vertailuja on kappaleessa 4 ja sen ohessa muutamia laskelmia niistä. Ne osoittavat selvästi rakenteiden paksuuksien kasvun 2000 alusta 2012 alkuun. Entinen lämpimän tilan ulkoseinärakenne on muuttunut reilun kymmenen vuoden aikana puolikylmien rakenteiden tasolle.

Loppuyhteenvedossa olen tuonut esille projektimme eri tärkeät vaiheet ja suunnitelmat sen läpiviemiseksi. Itse olen tyytyväinen omaan osaamiseeni!

6 LÄHDELUETTELO

Björkholtz Dick Rakennusfysiikka // Lämpö ja kosteus. - Helsinki : Rakennustieto, 23. Tammikuu 2006.

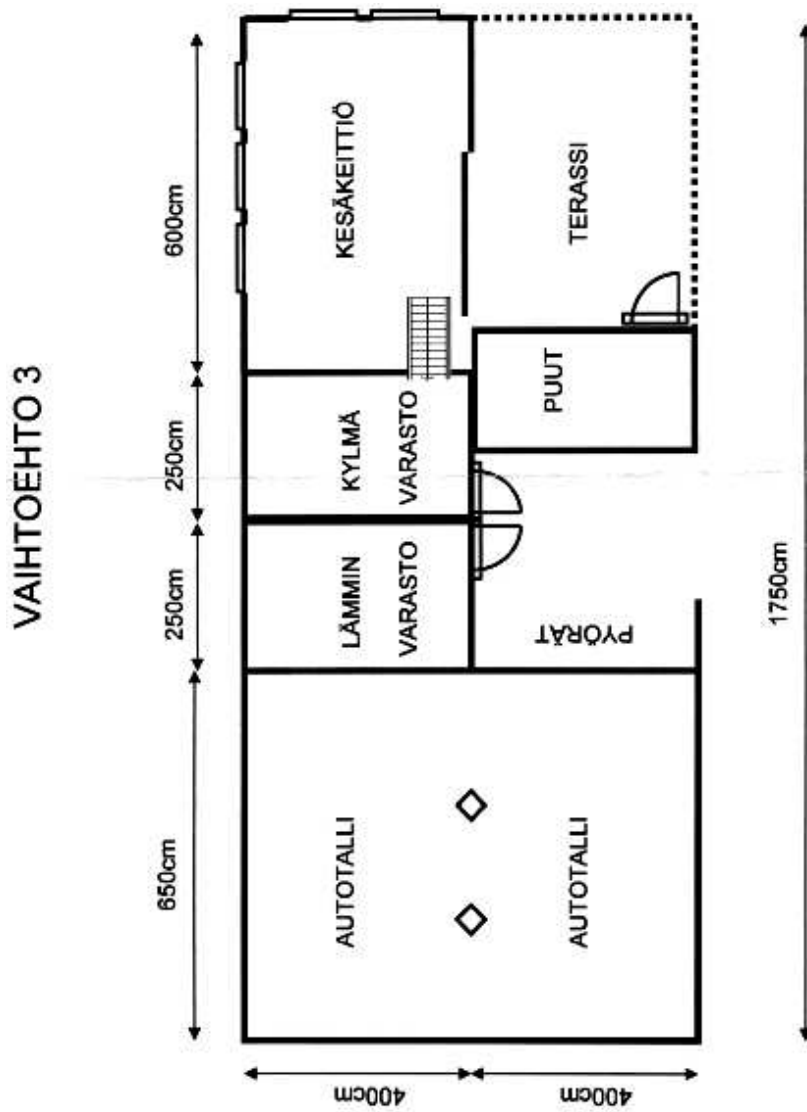
Ympäristöministeriö C3 Suomen rakentamismääräyskokoelma // Rakennusten lämmöneristys määräykset. - Helsinki : Ympäristöministeriö, 22. Joulukuu 2010.

Ympäristöministeriö C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma // Lämmöneristys ohjeet. - Helsinki : Ympäristöministeriö, 30. Lokakuu 2003.

Ympäristöministeriö Kosteus, Suomen rakentamismääräyskokoelma // RakMK C2. - Helsinki : Hallitus, 5. Helmikuu 1999.

Ympäristöministeriö Suomen rakentamismääräyskokoelma // RakMK C3. - Helsinki : Ympäristöministeriö, 22. Joulukuu 2008.

Liite 1. Kuusraineiden esitys varastorakennukseksi



Liite 2. Asemapiirroksen tiedot

ASEMAPIIRROS 1:500

PÄÄSKYNTIE 1
783-405-5-130

VARASTORAKENNUS

RAKENNUKSEN PALOLUOKKA P3

ILMANVAIHTO,

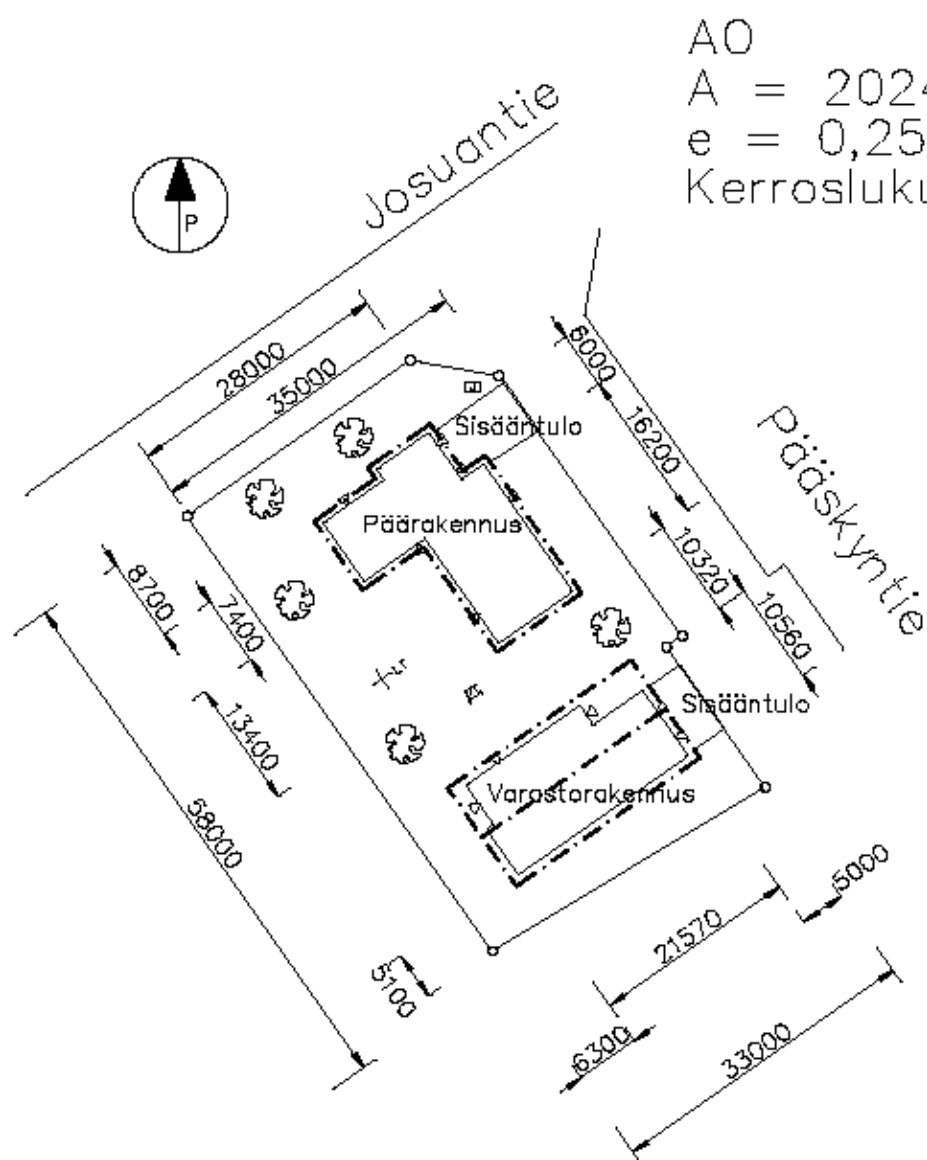
- OSITTAIN KONEELLINEN POISTOILMA
- OSITTAIN PAINOVOIMAAN PERUSTUVA

LÄMMITYSMUOTO:

- SUORA SÄHKÖLÄMMITYS JA ILMALÄMPÖPUMPUT

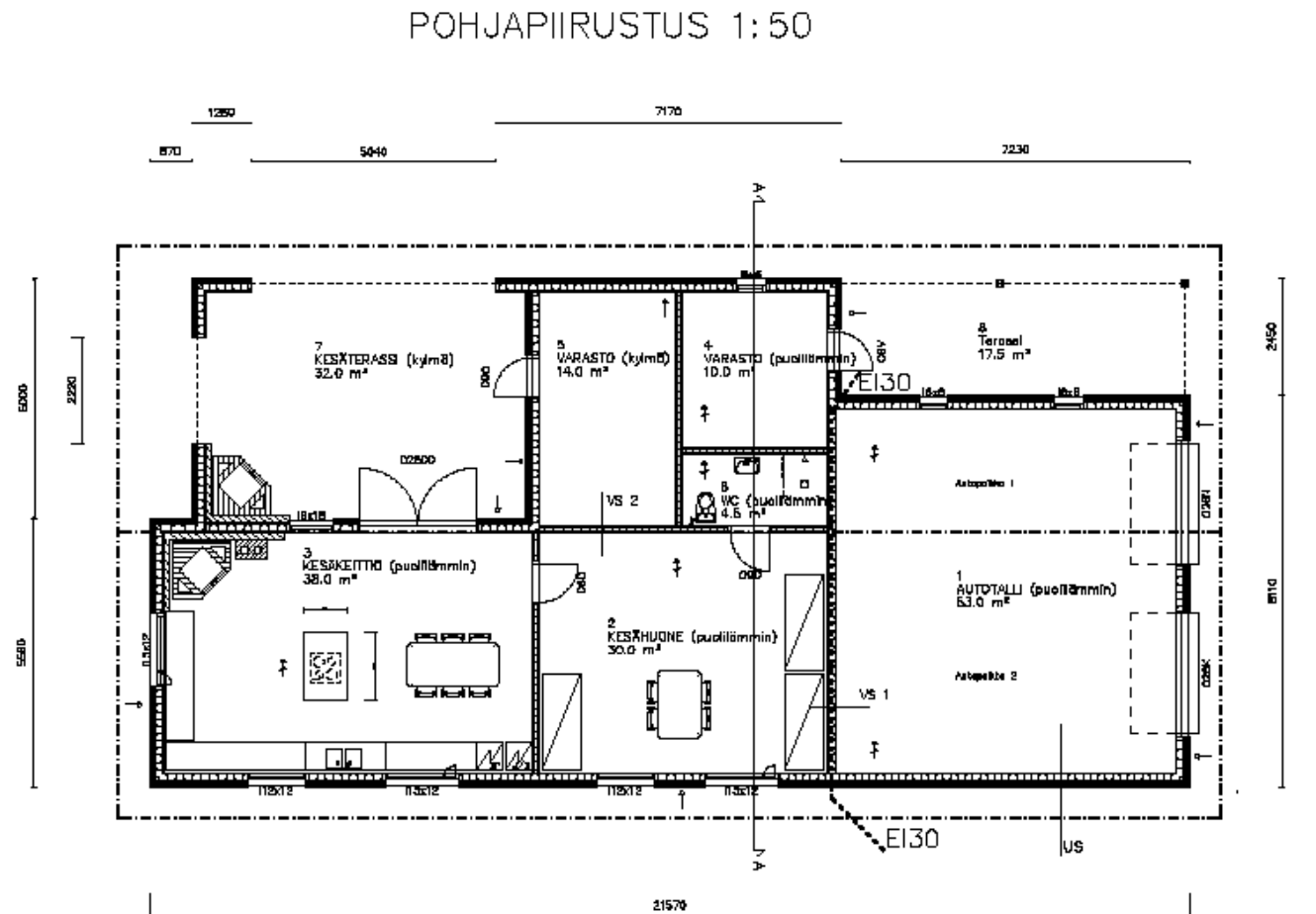
LASKELMA RAKENNUSOIKEUDESTA:

- Tontin pinta-ala 2024 m²
- Sallitturakennusoikeus 505 m²
- Käytetään rakennusoikeutta 223 m²
- Rakennettu kerrosala 252 m²
- Käytettävä ja rakennettu rakennusoikeus 475 m²
- Rakennusoikeutta käyttämättä 30 m²



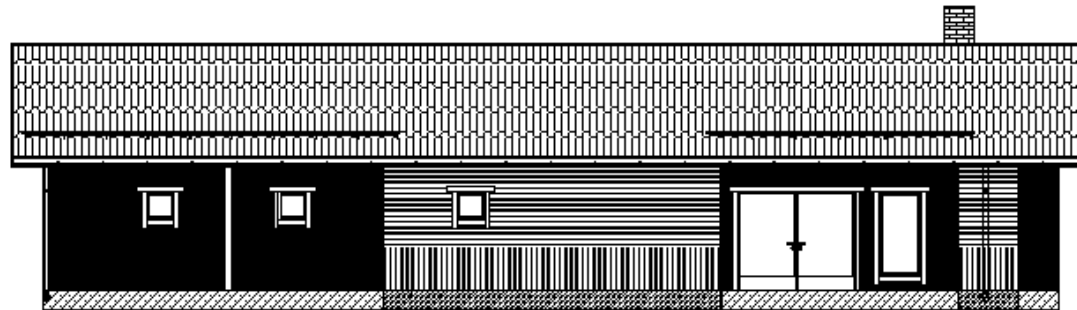
AO
 $A = 2024 \text{ m}^2$
 $e = 0,25$
 Kerrosluku 1

Liite 3. Pohjakuva

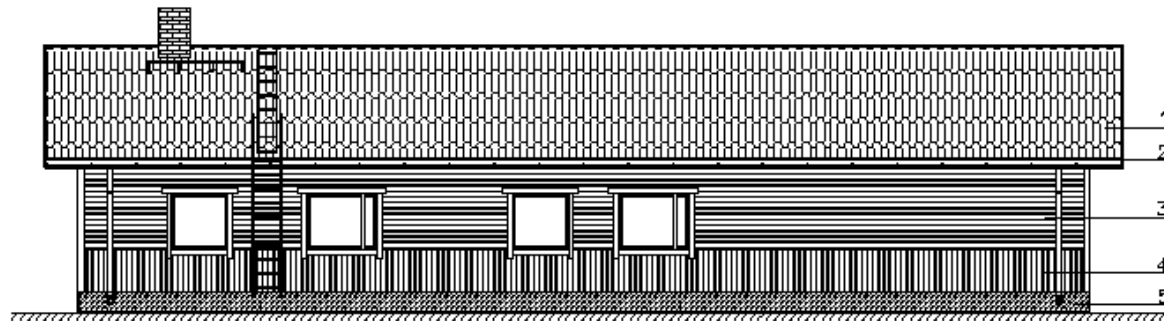


Liite 4. Julkisivut Luoteeseen ja Kaakkoon

JULKISIVU LUOTEeseen



JULKISIVU KAAKKOON

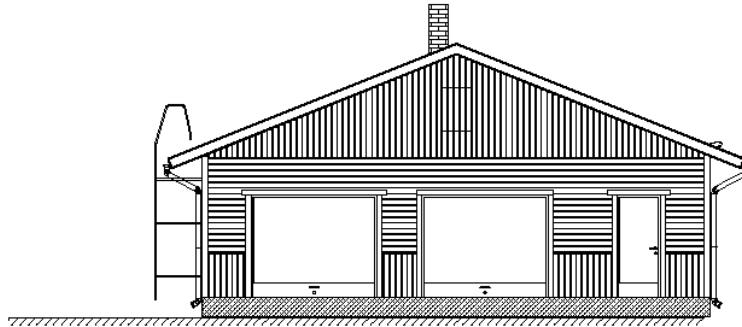


1. TILIKATE, PUNAINEN
2. RÄYSTÄSLAUTA, VALKOINEN

3. VAAKALAUTA, VAALEANSININEN
4. PYSTYLAUTA, VAALEANSININEN
5. SOKKELI, HARMAA BETONI

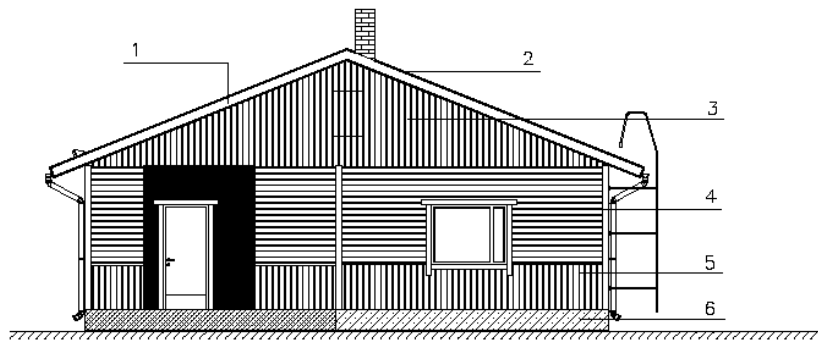
Liite 5. Julkisivut Koilliseen ja Lounaaseen

JULKISIVU KOILLISEEN



- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. RÄYSTÄSLAUTA, VALKOINEN | 4. VAAKALAUTA, VAALEANSININEN |
| 2. TIILIKATE, PUNAINEN | 5. PYSTYLAUTA, VAALEANSININEN |
| 3. PYSTYLAUTA, VAALEANSININEN | 6. SOKKELI, HARMAA BETONI |

JULKISIVU LOUNAASEEN



- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| 1. RÄYSTÄSLAUTA, VALKOINEN | 4. VAAKALAUTA, VAALEANSININEN |
| 2. TIILIKATE, PUNAINEN | 5. PYSTYLAUTA, VAALEANSININEN |
| 3. PYSTYLAUTA, VAALEANSININEN | 6. SOKKELI, HARMAA BETONI |

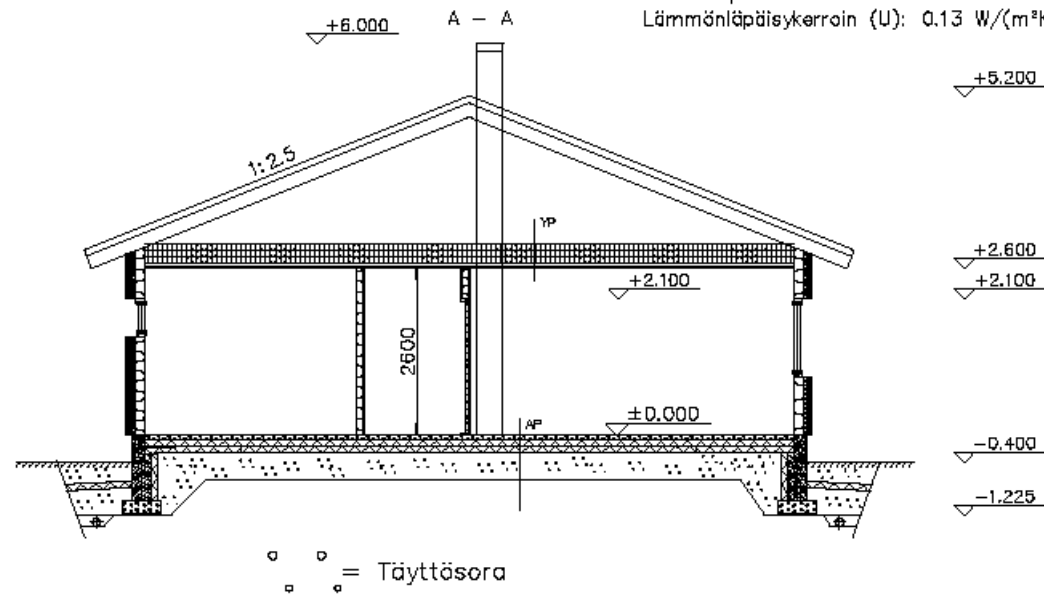
Liite 6. Leikkaus A-A

AP
 Betoni 80 mm
 Polystyreeni 100 mm
 Polystyreeni 100 mm

Kokonaispaksuus : 280 mm
 Lämmönläpäisykerroin (U): 0.18 W/(m²K)

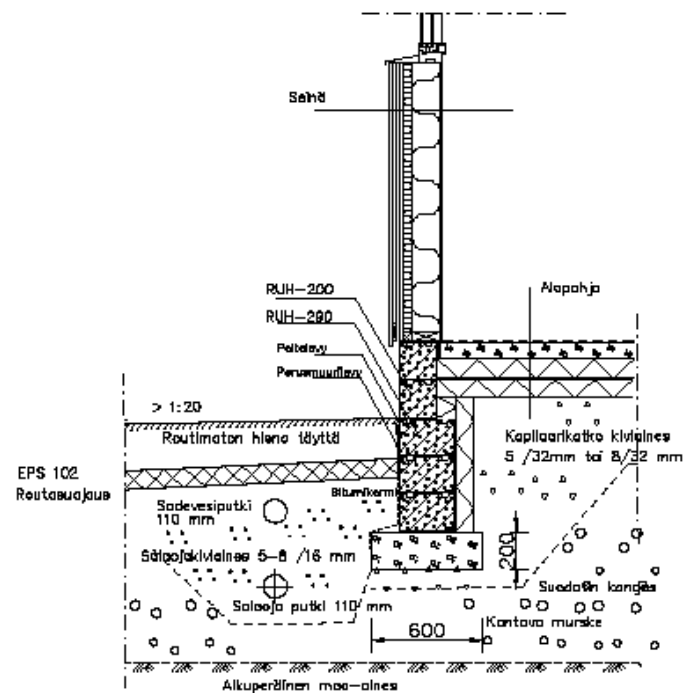
YP
 Kipsilevy 13 mm
 Ilmarako, pystykoalaus 50x50 k400 50 mm
 Rakennuspaperi 0.2 mm
 Puurunko 50x125 k600
 + Mineraalivilla 125 mm
 Mineraalivilla 100 mm
 Mineraalivilla 100 mm

Kokonaispaksuus : 388 mm
 Lämmönläpäisykerroin (U): 0.13 W/(m²K)



Liite 7. Perustus, alapohja ja seinä

PERUSTUS JA SEINÄ 1:20 (puolilämmintila)



TIEDOT

Seinä

Kipsilevy 13 mm
Muovikalvo 0.2 mm
Puurunko 50x150 k600
+ Mineraalivilla 150 mm
Vaakapuurunko 50x50 k800
+ Mineraalivilla 50 mm
Kipsilevy 13 mm
Tuuletettu ilmarako, pystysuora 22x50 k600 22 mm
Tuuletettu ilmarako, vaakasuora 22x100 k800 22 mm
LAUTA 20 mm

Kokonaispaksuus : 290 mm
Lämmönjohtavuus (U): 0.23 W/(m²K)

Alapohja

Kipsilevy 13 mm
Ilmarako, vaakasuora 50x50 k400 50 mm
Muovikalvo 0.2 mm
Puurunko 50x125 k800
+ Mineraalivilla 125 mm
Mineraalivilla 100 mm
Mineraalivilla 100 mm

Kokonaispaksuus : 368 mm
Lämmönjohtavuus (U): 0.13 W/(m²K)

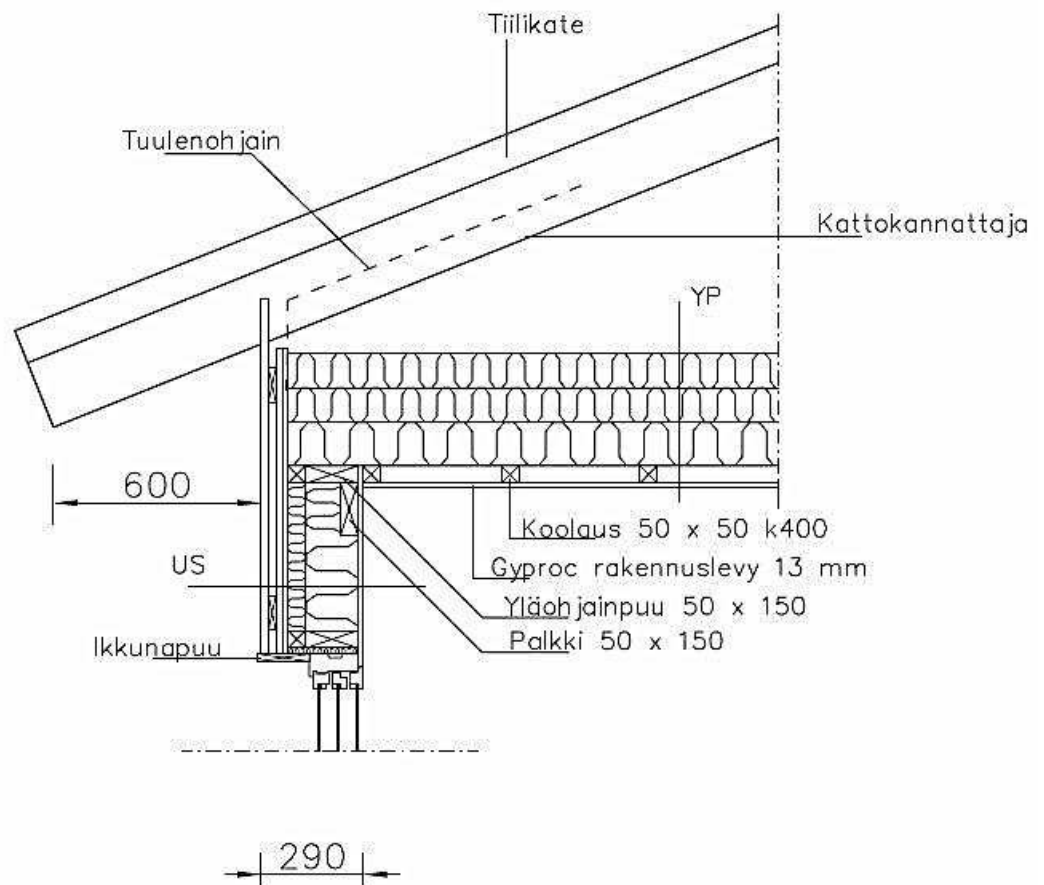
Alapohja

Betonin 80 mm
Polystyreeni 100 mm
Polystyreeni 100 mm

Kokonaispaksuus : 280 mm
Lämmönjohtavuus (U): 0.18 W/(m²K)

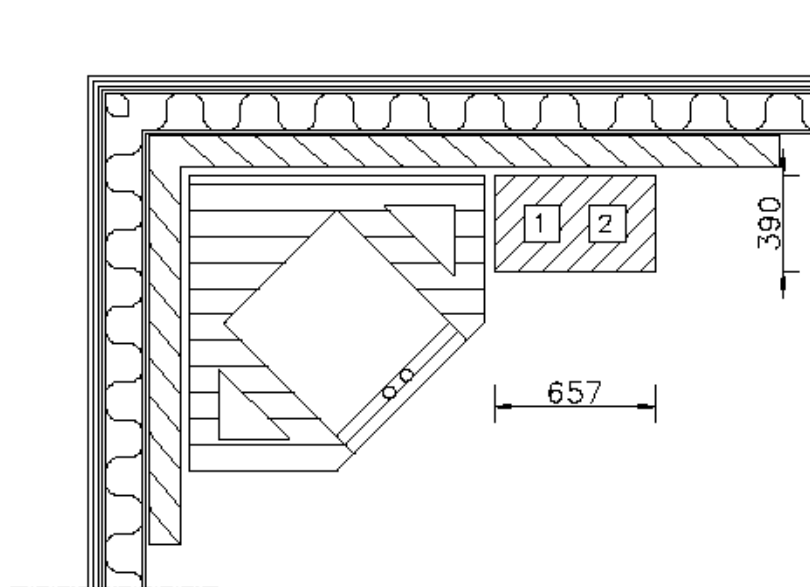
Liite 8. Yläpohjanleikkaus

YLÄPOHJALEIKKAUS 1:20



Liite 9. Savupiippu

SAVUPIIPPU 1:20



PUOLENKIVENHORMI

1. SAVUHORMI
2. ILMAHORMI

(Peruskokoinen tiili 257 x 123 x 57)